

Les grands classiques

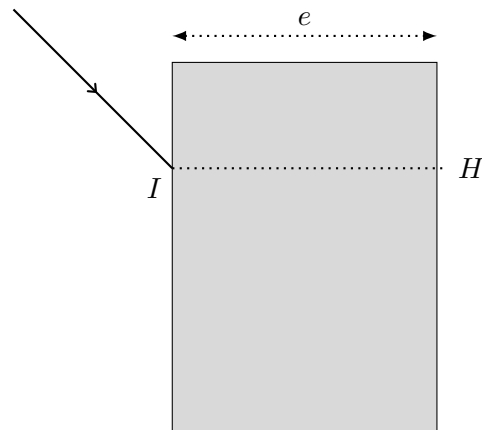
Exercice 1 - Déviation d'un rayon par une lame de verre :

On considère un rayon incident qui se propage initialement dans l'air, indice n_a et qui pénètre dans une plaque de verre à bords parallèles, indice n_v . On note I le point d'incidence et i l'angle d'incidence.

1. Tracer sur le schéma la trajectoire du rayon. (*On ne représentera à chaque fois que le rayon réfracté.*)

On notera J le second point d'incidence.

2. Montrer que le rayon qui sort de la plaque est parallèle au rayon entrant dans la plaque.
3. Exprimer le décalage HJ du rayon en fonction de n_a , n_v , i et l'épaisseur e de la plaque.
4. Montrer que le rayon incident ressort toujours de la plaque.

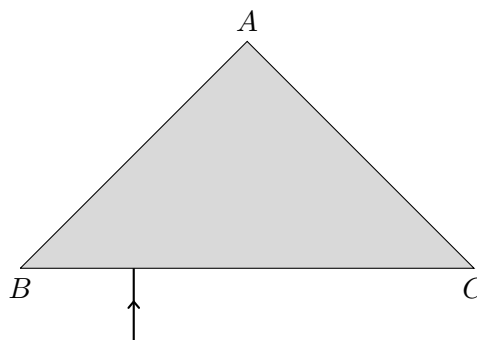


Exercice 2 - Rotation d'un miroir plan :

Un miroir plan est un dioptré où toute la lumière se réfléchit en suivant la loi de la réflexion. Un rayon lumineux frappe un miroir plan sous incidence normale. On tourne le miroir d'un angle α et on observe une déviation angulaire β du rayon réfléchi. Déterminer la relation entre α et β .

Exercice 3 - Prisme à réflexion totale :

On considère un prisme droit dont la base est un triangle ABC rectangle isocèle en A . L'indice du verre qui le constitue est $n = 1,5$, l'indice optique de l'air est $n_a = 1,0$.

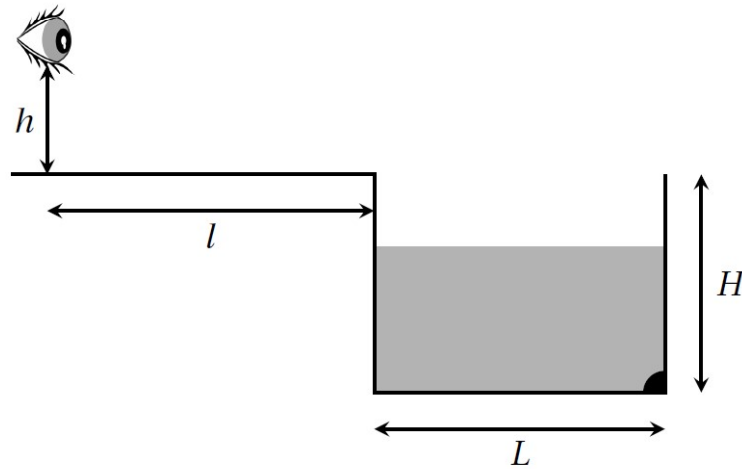


On envoie sur la face BC du prisme un rayon lumineux perpendiculairement à cette face.

1. Déterminer le trajet de ce rayon et montrer que l'entièreté du rayon lumineux est renvoyé en sens inverse après traversé du prisme.
2. Même question si le rayon est envoyé sur la face BA , perpendiculairement à celle-ci.

Exercice 4 - Ampoule au fond d'une piscine :

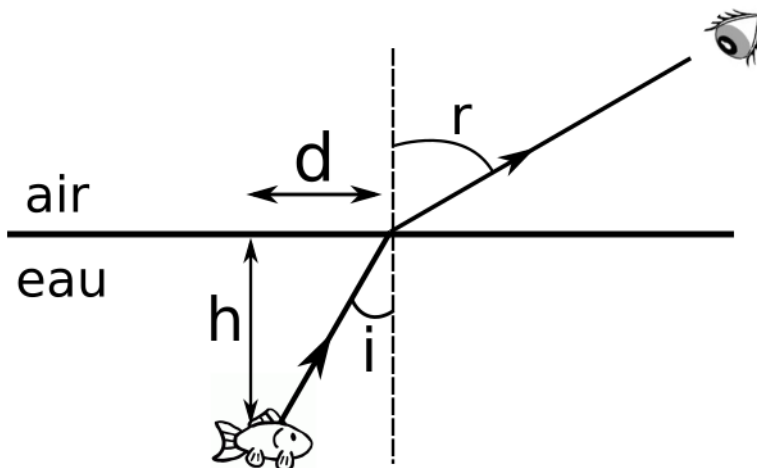
Une ampoule, assimilé à un point matériel, est situé au fond d'une piscine de profondeur $H = 2\text{m}$ et de largeur $L = 2\text{m}$. Une personne au bord de la piscine et marche vers le bassin. Son oeil est à une hauteur $h = 1,5\text{m}$ par rapport au sol et on note l la distance entre lui et la piscine. L'indice de réfraction de l'eau vaut $n = 1,33$.



1. Dans le cas où la piscine est vide, tracer le rayon lumineux qui part du spot et passe par l'extrémité gauche de la piscine.
2. Donner la distance l à partir de laquelle un rayon lumineux issu du spot arrive dans l'oeil de l'observateur.
3. Même question lorsque la piscine est plein à ras-bord.

Exercice 5 - Un poisson dans l'eau :

On observe un poisson supposé ponctuel à une profondeur $h = 50\text{cm}$. Un pêcheur observe, avec un angle $r = 30^\circ$, l'image du poisson au travers du dioptré formé par la surface de l'eau. On appelle n_e l'indice optique de l'eau et $n_a = 1$ l'indice optique de l'air. On note h_1 la profondeur à laquelle se trouve l'image du poisson.



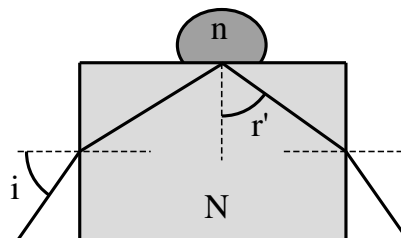
1. En prolongeant le rayon entrant dans l'oeil de l'observateur, trouvé le point à la verticale du poisson où le pêcheur pense le voir.
2. Par une étude géométrique, exprimer les sinus des angles i et r en fonction de d , h_1 et h .
3. Montrer alors que la profondeur h_1 de l'image du poisson vue par le pêcheur est :

$$h_1 = \frac{h}{n_e} \sqrt{\frac{1 - \sin^2(r)}{1 - (\sin(r)/n_e)^2}}$$

4. Faire l'application numérique de h_1 .

Exercice 6 - Etude d'un réfractomètre :

On considère un réfractomètre de Pulfrich, composé d'un cylindre vertical de verre d'indice N , dont la face supérieure est plane et perpendiculaire à son axe. On y dépose une goutte du liquide à étudier d'indice inconnu n et on éclaire le dispositif avec un faisceau lumineux monochromatique sous l'incidence i .



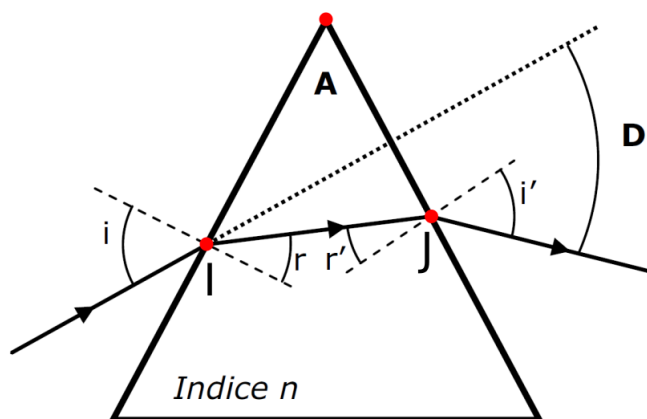
On considère qu'il y a d'une réflexion totale sur le dioptre $N \rightarrow n$.

1. Exprimer, en fonction de n et N , la valeur limite i_0 de i au delà de laquelle il n'y a plus de réflexion totale.
2. En déduire le principe de la mesure. Peut-on mesurer n'importe quelle valeur d'indice ?
3. Exprimer n en fonction de l'indice connu N du support et de l'angle i_0 . Faire l'application numérique. On prend $N = 1,626$ et $i_0 = 60^\circ$.

Exercice 7 - Le prisme (*) :

On considère un prisme isocèle d'angle au sommet α .

1. En considérant le triangle AIJ , donner un lien géométrique entre l'angle α , r et r' .
2. Exprimer la déviation D en fonction de α , i et i' .
3. Montrer que aucun rayon ne peut sortir par l'autre face du prisme si $\alpha > \sin^{-1}(1/n) + r$. En cherchant la valeur maximale de r , donner la valeur maximale de α qui empêche les rayons de sortir du prisme.



La loi de Cauchy donner l'indice optique du verre en fonction de la longueur d'onde de la lumière :

$$n(\lambda) = A + \frac{B}{\lambda^2}$$

4. Donner la dimension de A et B .

On considère par la suite deux rayons de couleur bleu et rouge.

5. Pour un verre suivant la loi de Cauchy, dessiner la trajectoire des deux rayons lumineux.

On peut démontrer (ce n'est pas demandé ici) que la déviation D est minimale si $i = i'$.

6. (*) Exprimer l'indice optique n du prisme en fonction de α et D_m , l'angle minimale de déviation.